

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy  
of the following application as filed with this office.

Date of Application: November 26, 1999

Application Number: Japanese Patent Application  
No. 11-336458

Applicant(s) FUJITSU LIMITED

June 29, 2000

Commissioner,  
Patent Office

Takahiko Kondo (Seal)

Certificate No.2000-3050516

09/692,569

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年11月26日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第336458号

出 願 人

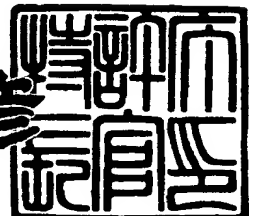
Applicant(s):

富士通株式会社

2000年 6月29日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3050516

【書類名】 特許願

【整理番号】 9940428

【提出日】 平成11年11月26日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 G11B 7/534  
H01L 21/304  
C01B 31/06  
C30B 23/08

【発明の名称】 磁気ディスク装置、磁気ディスクおよびその製造方法

【請求項の数】 10

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 井谷 司

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 中村 哲一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 須田 章一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 武田 正行

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 栗原 和明

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100070150

【郵便番号】 150

【住所又は居所】 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデン  
プレイスタワー32階

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊東 忠彦

【電話番号】 03-5424-2511

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002989

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704678

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気ディスク装置、磁気ディスクおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁性膜を担持し、回動軸の回りに回動可能な磁気ディスクと

、  
前記磁気ディスクを前記回動軸の回りに回動させるモータと、

枢回軸の回りに枢回可能に枢支され、前記磁気ディスクの表面を略半径方向に  
走査する枢回アームと、

前記枢回アーム上に担持された磁気ヘッドとよりなる磁気ディスク装置であっ  
て、

前記磁気ディスク表面上には、前記磁性膜を覆うように C（炭素）膜が形成さ  
れており、

前記 C 膜は、膜中に O（酸素）原子を、前記 O 原子が前記 C 膜を構成する C 原  
子にエーテル結合またはカルボニル結合した形で含むことを特徴とする磁気ディ  
スク装置。

【請求項 2】 磁性膜を担持し、回動軸の回りに回動可能な磁気ディスクと

、  
前記磁気ディスクを前記回動軸の回りに回動させるモータと、

枢回軸の回りに枢回可能に枢支され、前記磁気ディスクの表面を略半径方向に  
走査する枢回アームと、

前記枢回アーム上に担持された磁気ヘッドとよりなる磁気ディスク装置であっ  
て、

前記磁気ディスク表面上には、前記磁性膜を覆うように C（炭素）膜が形成さ  
れており、

前記 C 膜は、膜中に O（酸素）原子と N（窒素原子）とを含むことを特徴とす  
る磁気ディスク装置。

【請求項 3】 前記 C 膜は、前記 O 原子を C 原子に対する比率で 0. 1 % 以  
上、7 % 以下の範囲で含むことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の磁気ディ  
スク装置。

【請求項 4】 基板と、  
前記基板上に形成された磁性膜と、  
前記磁性膜上に形成された C（炭素）膜とよりなる磁気ディスクであって、  
前記 C 膜は、膜中に O（酸素）原子を、前記 O 原子が前記 C 膜を構成する C 原子にエーテル結合またはカルボニル結合した形で含むことを特徴とする磁気ディスク。

【請求項 5】 基板と、  
前記基板上に形成された磁性膜と、  
前記磁性膜上に形成された C（炭素）膜とよりなる磁気ディスクであって、  
前記 C 膜は、膜中に O（酸素）原子と N（窒素原子）とを含むことを特徴とする磁気ディスク。

【請求項 6】 前記 C 膜は前記 O 原子を、C 原子に対する比率で 0.1%以上、7%以下の範囲で含むことを特徴とする請求項 4 または 5 記載の磁気ディスク。

【請求項 7】 基板上に磁性膜を堆積する工程と、  
前記磁性膜上に C 膜を堆積する工程とよりなり、  
前記 C 膜を堆積する工程は、希ガスと O<sub>2</sub> を含むプラズマ雰囲気中で実行されることを特徴とする磁気ディスクの製造方法。

【請求項 8】 前記プラズマ雰囲気は、さらに N<sub>2</sub> を含むことを特徴とする請求項 7 記載の磁気ディスクの製造方法。

【請求項 9】 前記 C 膜を堆積する工程は、C ターゲットを使ったスパッタリング工程よりなることを特徴とする請求項 7 または 8 記載の磁気ディスクの製造方法。

【請求項 10】 前記スパッタリング工程は、プラズマ雰囲気に磁場を印加した状態で実行されることを特徴とする請求項 7～9 のうち、いずれか一項記載の磁気ディスクの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は一般に情報の磁気記録に係り、特に磁気ディスク装置に関する。より具体的には、本発明はいわゆるハードディスク装置およびその製造方法に関する。

ハードディスク装置は大容量かつ高速な補助記憶装置として、様々なコンピュータ装置に広く使われている。一般に、典型的なハードディスク装置は高速回転する剛体の磁気ディスクと、スイングアーム上に保持され、磁気ディスク上の記録面を高速で走査する磁気ヘッドとにより構成され、磁気ヘッドはスイングアームの回動運動に伴って磁気ヘッドの記録面上を略半径方向に走査する。一般に磁気ディスクは数 1 0 0 0 r p m の速度で高速回転され、磁気ヘッドは磁気ディスクの記録面からわずかに浮上した状態で情報信号の記録再生を行う。

#### 【0 0 0 2】

一般的なハードディスク装置は共通の駆動ハブ上にに取り付けられて同時に回転する複数の磁気ディスクを有し、各磁気ディスクに対応して複数のスイングアームおよび磁気ヘッドが設けられる。これら複数のスイングアームおよび磁気ヘッドは共通の回転軸の回りで回動自在にかつ相互に一体的に枢支され、その結果前記複数のスイングアーム上の複数の磁気ヘッドは前記複数の磁気ディスクの各々を一斉に走査する。

#### 【0 0 0 3】

##### 【従来の技術】

図 1 は従来のハードディスク装置の内部構成を示す平面図であり、図中破線の左側は上部カバーを取り除いた状態を、また右側は多段構成の磁気ディスク組立体 1 0 の一部を構成する磁気ディスク 1 1 およびこれに協働するアーム組立体 1 2 の構成を示す。

#### 【0 0 0 4】

図 1 を参照するに、各々の磁気ディスク 1 1 は、図示していないモータにより駆動されるハブ 1 1 a 上に固定されており、アーム組立体 1 2 は枢回軸 1 2 a 上に枢支されたアーム 1 2 b およびアーム 1 2 b の自由端上に設けられた磁気ヘッド 1 2 c を含む。さらに、アーム 1 2 b 上の前記磁気ヘッド 1 2 c を担持する自由端と反対側の自由端にはボイスコイルモータ 1 3 の一部を形成するコイル 1 2

d が、アーム 1 2 b の走査面に平行に巻回されている。また、コイル 1 2 d の上下にはボイスコイルモータ 1 3 の他の部分を構成する磁石 1 3 a, 1 3 b が形成され、コイル 1 2 d を励起することによりアーム 1 2 を枢回軸 1 2 a の回りで自在に枢回させることが可能である。ボイスコイルモータ 1 3 は、アーム 1 2 b に担持された磁気ヘッド 1 2 c が磁気ディスク 1 1 上のシリンダないしトラック 1 1 b に追従するようにサーボ制御される。

【0005】

図 2 は図 1 のハードディスク装置の内部構造を示す斜視図である。

図 2 を参照するに、磁気ディスク組立体 1 0 は回転ハブ 1 1 a に共通に保持された複数の磁気ディスク 1 1<sub>1</sub>, 1 1<sub>2</sub> ... を含み、これに対応してアーム組立体 1 2 も複数のアームの集合より構成されていることがわかる。各々のアーム 1 2 b は枢回軸 1 2 a の回りで枢回自在に保持された共通の回動部材 1 2 e 上に保持されており、部材 1 2 e の回動に伴って一斉に枢回する。勿論、部材 1 2 e の回動はボイスコイルモータ 1 3 の励起に対応して生じる。また、ハードディスク装置全体は筐体 1 中に収められている。

【0006】

図 3 は、前記磁気ディスク 1 1 の断面構造を示す。

図 3 を参照するに、前記磁気ディスク 1 1 は、A 1 等よりなる基板 1 1 A と、前記基板 1 1 A 上に形成された典型的には Ni P よりなり厚さが約 1 0 μm の下地層 1 1 B と、前記下地層 1 1 B 上に形成された厚さが約 3 0 0 nm の Cr 下地層 1 1 C と、前記 Cr 下地層 1 1 C 上に形成された厚さが約 3 0 0 nm の Co 合金よりなる磁性層 1 1 D とよりなり、前記磁性層 1 1 D は情報を磁化の形で保持する。

【0007】

一方、図 1, 2 に示すようなハードディスク装置 1 1 では、ヘッドクラッシュ等により前記磁気ヘッド 1 2 c が前記磁性層 1 1 D に物理的に接触したような場合に、前記磁性層 1 1 D が損傷するのを回避するため、前記磁性層 1 1 D の表面には、ダイヤモンド状炭素 (DLC) 等よりなる硬質炭素膜 1 1 E が約 1 0 nm の厚さで形成され、さらに前記硬質炭素膜 1 1 E の表面には、F 樹脂等よりなり



、特に前記磁気ディスク 1 1 の始動・停止時に磁気ディスク 1 1 と磁気ヘッド 1 2 c との間のまさつを低減させる潤滑膜 1 1 F が約 2 n m の厚さに形成されている。前記硬質炭素膜 1 1 E は、かかる磁気ディスクの始動・停止時における磁性層 1 1 E の損傷を軽減する機能も果たしている。

## 【0 0 0 8】

実際の磁気ディスク 1 1 では、図 3 に示した層構造が、前記基板 1 1 A の下側にも形成されている。

ところで従来より、かかる D L C 膜 1 1 E は一般にグラファイトをターゲットとしたスパッタリング法により形成されている。特に D L C 膜 1 1 E の形成に当たっては、高い成膜速度を得るために、プラズマ密度の高い直流マグネトロンスパッタリングが使われることが多い。またかかる D L C 膜 1 1 E の直流マグネトロンスパッタリングにおいては、堆積される硬質炭素膜 1 1 E を電氣的に絶縁性の D L C 膜とするために、スパッタリングの際には A r 等の希ガスよりなるスパッタガスに加えて、膜 1 1 E 中のダングリングボンドを終端するように H を含むガス、例えば H<sub>2</sub> や C H<sub>4</sub> が添加される。

## 【0 0 0 9】

図 4 は、かかる直流マグネトロンスパッタリング装置 2 0 の構成を示す。

図 4 を参照するに、前記直流マグネトロンスパッタリング装置 2 0 は、排気ポート 2 1 A より排気され被処理基板 2 2 を着脱自在に保持する処理室 2 1 を備え、前記処理室 2 1 中には前記被処理基板 2 2 の第 1 および第 2 の主面にそれぞれ対向して、グラファイトよりなるターゲット 2 3 A および 2 3 B が設けられる。さらに前記処理室 2 1 上には、前記ターゲット 2 3 A に隣接して、中央部に、N 極がターゲット 2 3 A に対面するような向きでマグネット 2 5 A が配設される。さらに、前記処理室 2 1 上には、前記ターゲット 2 3 A を囲むように、S 極がターゲット 2 3 A に対面するような向きで、マグネット 2 6 A が配設される。同様に、前記処理室 2 1 上には前記ターゲット 2 3 B に隣接して、中央部に、N 極がターゲット 2 3 B に対面するような向きでマグネット 2 5 B が配設される。さらに、前記処理室 2 1 上には、前記ターゲット 2 3 B を囲むように、S 極がターゲット 2 3 B に対面するような向きで、マグネット 2 6 B が配設される。

## 【0010】

前記処理室 2 1 中には、質量流量計 2 4 A およびライン 2 4 B を介して  $\text{Ar}$  と  $\text{CH}_4$  の混合ガスが供給され、前記ターゲット 2 3 A および 2 3 B にそれぞれ直流電源 2 7 A および 2 7 B から直流電力を供給することにより、前記処理室 2 1 中には前記ターゲット 2 3 A に隣接してプラズマ 2 8 A が、また前記ターゲット 2 3 B に隣接してプラズマ 2 8 B が形成される。このようにして形成されたプラズマ 2 8 A は前記グラファイトターゲット 2 3 A の表面に作用し、その結果スパッタされた C 原子が前記基板 2 2 の第 1 の主面上に堆積して前記 DLC 膜 1 1 E に対応する DLC 膜を形成する。同様に、前記プラズマ 2 8 B は前記グラファイトターゲット 2 3 B の表面に作用し、その結果スパッタされた C 原子が前記基板 2 2 の第 2 の主面上に堆積して同様に前記 DLC 膜 1 1 E に対応する DLC 膜を形成する。

## 【0011】

かかる DC マグネトロンスパッタ装置では、前記マグネット 2 5 A および 2 6 A、あるいはマグネット 2 5 B および 2 6 B を同心円状に配設することにより、前記プラズマ 2 8 A 中には前記ターゲット 2 3 A に隣接してドーナツ状にプラズマ密度の高い領域が形成される。同様に前記プラズマ 2 8 B 中にも、前記ターゲット 2 3 B に隣接してドーナツ状のプラズマ密度の高い領域が形成される。このようなプラズマ密度の高い領域では、ターゲットのスパッタリングが促進され、その結果前記基板 2 2 上における DLC 膜の堆積が効率よく進む。

## 【0012】

## 【発明が解決しようとする課題】

一方、このようにターゲット 2 3 A あるいは 2 3 B に隣接してプラズマ密度の高い領域がドーナツ状に形成されると、ターゲット中央部のプラズマ密度の低い領域において、DLC 膜あるいはこれに類似した構造の膜がターゲット上に堆積してしまい、異物を形成する問題が生じるのが見出された。実際にはかかる DLC 膜は前記ターゲット 2 3 A あるいは 2 3 B の全面に形成されていると考えられるが、前記プラズマ密度の高いドーナツ状の領域では、堆積された DLC 膜は直ちにスパッタされ、新鮮なターゲット表面、すなわち C 表面が露出され続け

ると考えられる。

【0013】

このようにターゲット 2 3 A あるいは 2 3 B の中央部に堆積した DLC 膜よりなる異物は絶縁性であり、前記プラズマ 2 8 A あるいは 2 8 B により容易に帯電してしまう。その結果、かかる異物は処理室 2 1 中に飛散し、前記基板 2 2 上に堆積された DLC 膜の歩留まりを低下させる。

そこで、本発明は上記の課題を解決した新規で有用な磁気ディスク装置およびその製造方法を提供することを概括的課題とする。

【0014】

本発明のより具体的な課題は、良質な DLC 膜で保護された磁気ディスクを有する磁気ディスク装置、およびかかる磁気ディスク装置を歩留まり良く製造できる磁気ディスクの製造方法を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記の課題を、

基板と、前記基板上に形成された磁性膜と、前記磁性層上に形成された C（炭素）膜とよりなる磁気ディスクであって、前記 C 膜は、膜中に O（酸素）原子を、前記 O 原子が前記 C 膜を構成する C 原子にエーテル結合またはカルボニル結合した形で含むことを特徴とする磁気ディスクにより、あるいはかかる磁気ディスクを有する磁気ディスク装置により、解決する。

【0016】

本発明はまた、上記の課題を、

基板と、前記基板上に形成された磁性膜と、前記磁性膜上に形成された C（炭素）膜とよりなる磁気ディスクであって、前記 C 膜は、膜中に O（酸素）原子と N（窒素原子）とを含むことを特徴とする磁気ディスクにより、あるいはかかる磁気ディスクを有する磁気ディスク装置により、解決する。

【0017】

本発明はまた、上記の課題を、

基板上に磁性膜を堆積する工程と、前記磁性膜上に C 膜を堆積する工程とより

なり、前記C膜を堆積する工程は、希ガスと $O_2$ を含むプラズマ雰囲気中で実行されることを特徴とする磁気ディスクの製造方法により、解決する。

本発明によれば、磁性膜上にプラズマ雰囲気中においてC膜を堆積する際に、スパッタターゲット上に絶縁性のC被膜が形成され、これが帯電して飛散し、磁性膜上に形成されたC膜の膜質を劣化させる問題が、かかる絶縁性のC被膜をプラズマ中に含まれる $O_2$ ラジカルにより除去することにより、解決される。このようにして形成されたC膜はDLC膜であり、ダングリングボンドを終端するH原子の他に、前記C膜を構成するC原子に対してエーテル結合あるいはカルボニル結合をするO原子を含むことが特徴的である。また前記プラズマ雰囲気が $O_2$ と $N_2$ を含む場合には、C膜はO原子とN原子とを含む。前記C膜中に含まれるO原子の割合は、含まれるO原子の数が多すぎるとC膜の成膜速度が低下するため、C原子に対して0.1～7%程度の範囲であるのが好ましい。

【0018】

#### 【発明の実施の形態】

図5は、本発明の一実施例において磁気ディスクのDLC膜の形成に使われるDCマグネトロンスパッタ装置30の構成を示す。ただし図5中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

図5を参照するに、スパッタ装置30は先に説明したスパッタ装置20と同様な構成を有するが、前記質量流量計24Aおよびライン24Bの他に、別の質量流量計24Cおよびライン24Dが設けられ、前記質量流量計24Cおよびライン24Dを介して前記処理室21に $O_2$ が供給される点で相違している。すなわち、図5のスパッタ装置30を使うことにより、 $O_2$ ラジカルを含むプラズマ雰囲気中においてスパッタがなされ、その結果、前記ターゲット23Aあるいは23Bの中央部のプラズマ密度が低い部分においてターゲット上にDLC膜あるいはDLC粒子が堆積しても $O_2$ ラジカルにより直ちに除去され、帯電したり帯電した粒子が飛散したりする問題は生じない。このため前記基板22上に形成される硬質炭素膜、すなわちDLC膜中に欠陥が含まれることがなく、DLC膜の膜質が向上すると同時に、膜形成の歩留まりが向上する。

【0019】

図 6 (A) は、図 5 の DC マグネトロンスパッタ装置 3 0 により形成される磁気ディスク 3 1 の断面構造を示す。ただし図 6 (A) 中、先に説明した部分に対応する部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

図 6 (A) の構造は、図 5 のスパッタ装置 3 0 において前記処理室 2 1 の内圧を  $0.665 \text{ Pa}$  ( $5 \text{ Torr}$ ) に設定し、前記ライン 2 4 B から質量流量計 2 4 A を介して処理室 2 1 に、 $\text{Ar}$  に 1 0 % の  $\text{CH}_4$  を加えた混合ガスを例えば  $99 \text{ sccm}$  の流量で供給し、さらに前記ライン 2 4 D から質量流量計 2 4 C を介して、 $\text{O}_2$  を例えば  $1 \text{ sccm}$  の流量で供給した場合に得られるものである。ただし後で説明するように、前記ライン 2 4 B から供給されるガスの流量とライン 2 4 D から供給されるガスの流量の比率は、所定の好ましい範囲において様々に変化させることができる。

#### 【0020】

図 6 (A) を参照するに、磁気ディスク 3 1 は先に図 3 で説明した磁気ディスク 1 1 のものと同様な断面構造を有するが、スパッタリングが  $\text{O}_2$  を含む雰囲気中で行われるため、図 3 の DLC 膜 1 1 E の代わりに、典型的には図 6 (B) に示すような、膜中の C 原子に O 原子がエーテル結合あるいはカルボニル結合した DLC 膜 3 1 E が形成されている。

#### 【0021】

図 7 (A) ~ (D) は、前記ライン 2 4 B およびライン 2 4 D から供給される  $\text{Ar}/\text{CH}_4$  混合ガスと  $\text{O}_2$  ガスの比率を様々に変化させた場合の、前記 DLC 膜 3 1 E の堆積工程中における毎分あたりのアークの発生回数を示している。このようなアークは、前記ターゲット 2 3 A あるいは 2 3 B 上に堆積した絶縁性の DLC 膜の帯電に起因するものであり、アーク発生回数の増加は、前記ターゲット上に堆積した DLC 粒子の増大を示していると考えられる。

#### 【実験 1】

図 7 (A) は、図 5 のスパッタ装置 3 0 において前記ライン 2 4 D を遮断した実験 1 において観測されたアーク発生回数を示す。すなわち、図 7 (A) の実験 1 は、先の図 4 のスパッタ装置 2 0 を使った従来の DLC 膜 1 1 E の堆積工程に対応する、本発明に対する比較例である。ただし、図 7 (A) の実験 1 では、

処理室内圧を先に説明したように  $0.665 \text{ Pa}$  に設定し、放電出力を  $1.5 \text{ kW}$  に設定し、さらに  $\text{Ar}/\text{CH}_4$  混合ガスの流量を  $100 \text{ sccm}$  とし、堆積を  $36$  時間連続して行なった。かかる条件下では、前記 DLC 膜の堆積速度として、 $1.99 \text{ nm/秒}$  程度の値が得られた。

#### 【0022】

図 7 (A) を参照するに、堆積開始後  $3$  時間経過した時点ですでにアークの発生が観測され始め、毎分あたりのアーク発生回数は、その後も時間の経過と共に増大するのがわかる。このため、かかる従来の工程により DLC 膜  $11 \text{ E}$  を形成する場合には、 $2 \sim 3$  時間おきにターゲットのクリーニングを行なう必要があり、磁気ディスク製造のスループットの低下は免れない。図 7 (A) の実験の後、ターゲット  $23 \text{ A}$ 、 $23 \text{ B}$  の表面比抵抗を測定したところ、エロージョン部において  $0.7 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$  程度の値が得られた。一方エロージョン部以外では  $2 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$  以上であり、測定不可能であった。これは、ターゲット表面における絶縁膜の存在を立証するものである。また、図 7 (A) の実験で得られた DLC 膜では、膜中に取り込まれた  $\text{O}$  の濃度は、XPS (X 線電子分光) 法による測定で  $\text{O}/\text{C}$  の原子数比で  $0.0005$  以下であることが確認された。これは図 7 (A) の実験において、スパッタ雰囲気中に含まれる  $\text{O}_2$  の割合が実質的にゼロであることを意味している。

#### 【実験 2】

図 7 (B) は、図 7 (A) の先の実験 1 と同様な堆積条件下において、前記ライン  $24 \text{ B}$  を介して前記処理室  $21$  に前記  $\text{Ar}/\text{CH}_4$  混合ガスを  $99 \text{ sccm}$  の流量で供給し、さらに前記ライン  $24 \text{ D}$  を介して  $\text{O}_2$  を  $1 \text{ sccm}$  の流量で供給した場合の毎分あたりのアークカウント回数を示す。すなわち、図 7 (B) の例では、前記処理室  $21$  に供給されるガスに対して、流量で  $1\%$  の  $\text{O}_2$  が添加されている。図 7 (B) の実験では、前記 DLC 膜  $31 \text{ E}$  の堆積速度として、 $1.96 \text{ nm/秒}$  の値が得られた。

#### 【0023】

図 7 (B) を参照するに、かかる  $\text{O}_2$  の添加によりアークの発生が効果的に抑制され、 $10$  時間経過以降に僅かなアークの発生が認められるものの、 $25$  時間

経過するまではアークの発生回数に顕著な増大は認められないことがわかる。すなわちスパッタガスに僅かな $O_2$ を添加することにより、前記ターゲット 2 3 A あるいは 2 3 B 上への、主として DLC よりなる絶縁性堆積物の堆積を効果的に抑制することができ、DLC 膜 3 1 E の膜質が向上し、また DLC 膜 3 1 E の歩留まりも向上する。図 7 (B) の実験 2 では、3 6 時間経過後のアーク放電の回数は 6 回/分程度に過ぎず、これは先の実験 1 の場合のアーク放電の回数よりも実質的に減少している。

#### 【0 0 2 4】

図 7 (B) の実験後、ターゲット 2 3 A、2 3 B の表面比抵抗を測定したところ、その全面において  $2.5 \times 10^{-2} \sim 2.7 \times 10 \Omega \cdot \text{cm}$  程度の値が得られた。また、このようにして得られた DLC 膜中に取り込まれた O の濃度を XPS 法により測定したところ、O/C の原子数比で 0.001 程度の値が得られるのが確認された。

#### 〔実験 3〕

図 7 (C) は、先の実験 1 あるいは実験 2 と同様な堆積条件下において、前記ライン 2 4 B を介して前記処理室 2 1 に前記 Ar/ $CH_4$  混合ガスを 90 sccm の流量で供給し、さらに前記ライン 2 4 D を介して  $O_2$  を 10 sccm の流量で供給した場合の毎分あたりのアークカウント回数を示す。すなわち、図 7 (C) の例では、前記処理室 2 1 に供給されるガスに対して、流量で 10 % の  $O_2$  が添加されている。図 7 (C) の実験では、前記 DLC 膜 3 1 E の堆積速度として、1.76 nm/秒の値が得られた。

#### 【0 0 2 5】

図 7 (C) を参照するに、かかる  $O_2$  の添加によりアークの発生が効果的に抑制され、3 6 時間目に僅かなアークの発生が認められるものの、3 0 時間経過するまではアークは全く発生していないことがわかる。すなわちスパッタガスに添加する  $O_2$  の量を 10 % 程度まで増大させることにより、前記ターゲット 2 3 A あるいは 2 3 B 上への、主として DLC よりなる絶縁性堆積物の堆積を効果的に抑制することができ、DLC 膜 3 1 E の膜質が向上し、また DLC 膜 3 1 E の歩留まりも向上する。図 7 (C) の実験 3 では、3 6 時間経過後のアーク放電の回

数は0.5回/分程度に過ぎず、これは先の実験1あるいは実験2の場合のアー  
ク放電の回数よりもさらに減少している。

## 【0026】

図7(C)の実験後、ターゲット23A、23Bの表面比抵抗を測定したところ、その全面において $8 \times 10^{-3} \sim 2.5 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 程度の値が得られた。また、このようにして得られたDLC膜中に取り込まれたOの濃度をXPS法により測定したところ、O/Cの原子数比で0.014程度の値が得られるのが確認された。

## 〔実験4〕

図7(D)は、先の実験1～3と同様な堆積条件下において、前記ライン24Bを介して前記処理室21に前記Ar/CH<sub>4</sub>混合ガスを50sccmの流量で供給し、さらに前記ライン24Dを介してO<sub>2</sub>を50sccmの流量で供給した場合の毎分あたりのアーカウント回数を示す。すなわち、図7(D)の例では、前記処理室21に供給されるガスに対して、流量で50%のO<sub>2</sub>が添加されている。図7(D)の実験では、前記DLC膜31Eの堆積速度として、1.76nm/秒の値が得られた。

## 【0027】

図7(D)を参照するに、かかるO<sub>2</sub>の添加によりアークの発生が効果的に抑制され、35時間経過してもアークは全く発生していないことがわかる。すなわちスパッタガスに添加するO<sub>2</sub>の量を50%程度まで増大させることにより、前記ターゲット23Aあるいは23B上への、主としてDLCよりなる絶縁性堆積物の堆積を効果的に抑制することができ、DLC膜31Eの膜質が向上し、またDLC膜31Eの歩留まりも向上する。図7(C)の実験3では、36時間経過後のアーカ放電の回数は0.05回/分程度に過ぎず、これは先の実験1～3のいずれの場合よりも減少している。

## 【0028】

図7(D)の実験後、ターゲット23A、23Bの表面比抵抗を測定したところ、その全面において $8 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 程度の値が得られた。また、このようにして得られたDLC膜中に取り込まれたOの濃度をXPS法により測定したと



ころ、O/Cの原子数比で0.07程度の値が得られるのが確認された。

#### [実験5]

図8(A)は、図5のスパッタ装置30において前記ライン24Dを遮断した別の実験5において観測されたアーク発生の回数を示す。すなわち、図8(A)の実験5も先の実験1と同様に、図4のスパッタ装置20を使った従来のDLC膜11Eの堆積工程に対応する、本発明に対する比較例である。図8(A)の実験5でも先の実験1～4と同様に処理室内圧を0.665Paに設定し、放電出力を1.5kWに設定するが、実験5においては前記Ar/CH<sub>4</sub>混合ガスの代わりに20%のH<sub>2</sub>をArに混合したAr/H<sub>2</sub>混合ガスを使い、前記Ar/H<sub>2</sub>混合ガスの流量を100sccmとし、堆積を36時間連続して行なっている。

#### 【0029】

図8(A)を参照するに、堆積開始後2時間を経過した時点ですでにアークの発生が観測され始め、毎分あたりのアーク発生回数は、その後も時間の経過と共に増大するのがわかる。このため、かかる従来の工程によりDLC膜11Eを形成する場合には、2～3時間おきにターゲットのクリーニングを行なう必要があり、磁気ディスク製造のスループットの低下は免れない。図8(A)の実験の後、ターゲット23A、23Bの表面比抵抗を測定したところ、エロージョン部において $0.7 \times 10^{-3} \sim 1.3 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 程度の値が得られた。一方エロージョン部以外では $2 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であり、測定不可能であった。これは、ターゲット表面における絶縁膜の存在を立証するものである。

#### [実験6]

図8(B)は、図8(A)の先の実験5と同様な堆積条件下において、前記ライン24Dを介して前記処理室21に前記Ar/H<sub>4</sub>混合ガスを90sccmの流量で供給し、さらに前記ライン24Dを介してO<sub>2</sub>を10sccmの流量で供給した場合の毎分あたりのアークカウント回数を示す。すなわち、図8(B)の例では、前記処理室21に供給されるガスに対して、流量で10%のO<sub>2</sub>が添加されている。

#### 【0030】

図 8 (B) を参照するに、かかる  $O_2$  の添加によりアークの発生が効果的に抑制され、35 時間経過してもアークの発生は 0.2 回/分程度に過ぎないことがわかる。すなわち  $Ar/H_2$  混合ガスをスパッタガスに使用した場合でも、スパッタガスに僅かな  $O_2$  を添加することにより、前記ターゲット 23 A あるいは 23 B 上への、主として DLC よりなる絶縁性堆積物の堆積を効果的に抑制することができる。その結果、DLC 膜 31 E の膜質が向上し、また DLC 膜 31 E の歩留まりも向上する。

#### 【0031】

図 8 (B) の実験後、ターゲット 23 A、23 B の表面比抵抗を測定したところ、その全面において  $6 \times 10^{-3} \sim 1.6 \times 10^{-2} \Omega \cdot cm$  程度の値が得られた。また、このようにして得られた DLC 膜中に取り込まれた O の濃度を XPS 法により測定したところ、O/C の原子数比で 0.01 程度の値が得られるのが確認された。

#### 【実験 7】

図 8 (C) は、先の実験 5 あるいは実験 6 と同様な堆積条件下において、前記ライン 24 B を介して前記処理室 21 に前記  $Ar/H_2$  混合ガスを 50 sccm の流量で供給し、さらに前記ライン 24 D を介して  $O_2$  を 50 sccm の流量で供給した場合の毎分あたりのアークカウント回数を示す。すなわち、図 8 (C) の例では、前記処理室 21 に供給されるガスに対して、流量で 50 % の  $O_2$  が添加されている。

#### 【0032】

図 8 (C) を参照するに、かかる  $O_2$  の添加によりアークの発生が効果的に抑制され、36 時間経過してもアークの発生は 0.09 回/分程度にしか過ぎないことがわかる。すなわち  $Ar/H_2$  混合ガスをスパッタガスとして使用した場合でも、スパッタガスに添加する  $O_2$  の量を 50 % 程度まで増大させることにより、前記ターゲット 23 A あるいは 23 B 上への、主として DLC よりなる絶縁性堆積物の堆積を効果的に抑制することができ、DLC 膜 31 E の膜質が向上し、また DLC 膜 31 E の歩留まりも向上する。

#### 【0033】

図 8 (C) の実験後、ターゲット 2 3 A, 2 3 B の表面比抵抗を測定したところ、その全面において  $6 \times 10^{-3} \sim 1.0 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$  程度の値が得られた。また、このようにして得られた DLC 膜中に取り込まれた O の濃度を XPS 法により測定したところ、O/C の原子数比で 0.04 程度の値が得られるのが確認された。

#### 【0034】

ところで、先の実験 1 ～実験 4 の結果を見ると、スパッタ雰囲気中に含まれる  $\text{O}_2$  の割合が増大するにつれて、前記 DLC 膜 1 1 E あるいは 3 1 E の成膜速度が減少しているのがわかる。これはスパッタ雰囲気中の  $\text{O}_2$  により、基板上に堆積した DLC 膜もある程度酸化されることによるものと思われ、Ar/ $\text{H}_2$  混合ガスを使った実験 5 ～実験 7 についても同様な傾向があるのが認められた。

#### 【0035】

図 9 は、先の実験 1 ～実験 4 に対応する成膜速度とスパッタガス中の酸素濃度との関係を示す。ただし、図 9 の実験は、先の実験 1 ～実験 4 とは多少条件を変えて行なっている。

図 9 を参照するに、DLC 膜の成膜速度はスパッタガス中の酸素濃度と共に直線的に減少し、当初、すなわちスパッタガス中に  $\text{O}_2$  が含まれない場合に約 1.6 nm/秒であった成膜速度が、スパッタガス中に含まれる  $\text{O}_2$  の割合が 50% になると 1.3 nm/秒よりもさらに小さくなるのがわかる。このことから、スパッタガスに Ar/ $\text{CH}_4$  混合ガスを使った場合、前記 DLC 膜 3 1 E に対して十分な堆積速度を得るためには、前記スパッタガス中の酸素濃度は 50% を超えないのが好ましいと結論される。

#### 【0036】

図 10 は、先の実験 5 ～実験 7 に対応する成膜速度とスパッタガス中の酸素濃度との関係を示す。ただし、図 10 の実験は、先の実験 5 ～実験 7 とは多少条件を変えて行なっている。

図 10 を参照するに、DLC 膜の成膜速度はスパッタガス中の酸素濃度と共に略直線的に減少し、当初、すなわちスパッタガス中に  $\text{O}_2$  が含まれない場合に約 1.7 nm/秒であった成膜速度が、スパッタガス中に含まれる  $\text{O}_2$  の割合が 5

0%になると1.2 nm/秒程度まで小さくなることがわかる。このことから、スパッタガスにAr/H<sub>2</sub> 混合ガスを使った場合でも、前記DLC膜31Eに対して十分な堆積速度を得るためには、前記スパッタガス中の酸素濃度は50%を超えないのが好ましいと結論される。

## 【0037】

一方、前記スパッタガス中の酸素濃度の下限としては、20 nmの厚さのDLC膜を形成するに要する約10秒の間にアーク放電が生じないという条件、換言するとアーク放電の回数が10秒間に一度以下という条件を考慮すると、Ar/CH<sub>4</sub> 混合ガスにおいてもAr/H<sub>2</sub> 混合ガスにおいても、約1%という値が得られる。

## 【0038】

ところで、前記DLC膜31Eを酸素を含むスパッタガス中におけるスパッタリングにより形成する場合には、前記膜31Eの下に磁性膜11Dも前記酸素を含むスパッタガスに曝されることになる。そこで、本発明の発明者は、前記磁性膜11Dの磁化に対するスパッタ雰囲気中へのO<sub>2</sub> の添加の効果を調べた。

図11は、前記DLC膜31Eを前記Ar/CH<sub>4</sub> 混合ガスに様々な割合のO<sub>2</sub> を加えたスパッタガス中において形成した場合を示すが、前記DLC膜31Eの下に磁性膜11Dは、実質的に一定の、約2600 Oe (205400 A/m) の磁化の値を示し、この値はスパッタガス中のO<sub>2</sub> 濃度には実質的に依存しないことがわかる。

## 【0039】

これに対し図12は、前記DLC膜31Eを前記Ar/H<sub>2</sub> 混合ガスに様々な割合のO<sub>2</sub> を加えたスパッタガス中において形成した場合を示すが、この場合でも前記磁性膜11Dは、実質的に一定の、約2600 Oeの磁化の値を示し、この値はスパッタガス中のO<sub>2</sub> 濃度には実質的に依存しないことがわかる。

図13は、このようにして形成されたDLC膜の膜中に含まれるO原子のC原子に対する割合と前記スパッタ雰囲気中に含まれるO<sub>2</sub> 濃度の関係を示す。

## 【0040】

図13を参照するに、DLC膜中に含まれるO原子の割合は前記DLC膜が前

記Ar/CH<sub>4</sub> 混合ガスをベースにしたものか、それとも前記Ar/H<sub>2</sub> 混合ガスをベースにしたものかで多少異なるが、いずれの場合でも、DLC膜中のO原子濃度は、スパッタ雰囲気中の酸素濃度と共に略直線的に増加するのがわかる。先にも説明したように、スパッタガスとして前記Ar/CH<sub>4</sub> 混合ガスをベースにを使った場合には、スパッタガス中のO<sub>2</sub> 濃度が1%の場合に、DLC膜中には約0.1%のO原子が含まれ、スパッタガス中のO<sub>2</sub> 濃度が50%の場合には約7%のO原子が含まれる。

#### 【0041】

さらに、図13より、前記スパッタガスとして前記Ar/H<sub>2</sub> 混合ガスをベースにを使った場合には、スパッタガス中のO<sub>2</sub> 濃度が1%の場合にDLC膜中には約0.1%のO原子が含まれ、スパッタガス中のO<sub>2</sub> 濃度が50%の場合には約4%のO原子が含まれる。

また、本発明においては、前記O<sub>2</sub> の供給源としてO<sub>2</sub> ガス自体の他にもNOあるいはNO<sub>2</sub> のような、Oを含む様々なガスを使うことができる。このようなNを含むガスを酸素の供給源として使った場合には、前記DLC膜中には、O原子の他にN原子が取り込まれる。

#### 【0042】

このようにして形成された図6に示す断面構造の磁気ディスクを図1, 2の磁気ディスク装置に前記磁気ディスク11として使うことにより、磁気ディスク装置を安価に、高い歩留まりで製造することが可能になる。

以上、本発明を好ましい実施例について説明したが、本発明は上記の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された要旨内において様々な変形・変更が可能である。

#### 【0043】

##### 【発明の効果】

請求項1～10記載の本発明の特徴によれば、磁性膜上にプラズマ雰囲気中においてC膜を堆積する際に、スパッタターゲット上に絶縁性のC被膜が形成され、これが帯電して飛散し、磁性膜上に形成されたC膜の膜質を劣化させる問題が、かかる絶縁性のC被膜をプラズマ中に含まれるO<sub>2</sub> ラジカルにより除去するこ

とにより、解決される。このようにして形成されたC膜はDLC膜であり、ダングリングボンドを終端するH原子の他に、前記C膜を構成するC原子に対してエーテル結合あるいはカルボニル結合をするO原子を含むことが特徴的である。また前記プラズマ雰囲気は $O_2$ と $N_2$ を含む場合には、C膜はO原子とN原子とを含む。前記C膜中に含まれるO原子の割合は、含まれるO原子の数が多すぎるとC膜の成膜速度が低下するため、C原子に対して0.1～7%程度の範囲であるのが好ましい。

【図面の簡単な説明】

【図1】

従来の磁気ディスク装置の構成を示す図である。

【図2】

従来の磁気ディスク装置の構成を示す別の図である。

【図3】

従来の磁気ディスク装置で使われている磁気ディスクの断面構造を示す図である。

【図4】

従来の磁気ディスクの製造に使われているDCマグネトロンスパッタ装置の構成を示す図である。

【図5】

本発明の一実施例による磁気ディスクの製造において使われるDCマグネトロンスパッタ装置の構成を示す図である。

【図6】

(A)、(B)は、それぞれ本発明の一実施例により製造された磁気ディスクの断面図、および前記磁気ディスク中のDLC膜の構造式を示す図である。

【図7】

(A)～(D)は、本発明の一実施例による磁気ディスクの製造において、DLC膜を $Ar/CH_4$ をベースとするスパッタガス中におけるスパッタリングにより形成する際のアーク発生回数を、様々なスパッタ雰囲気について示す図である。

【図 8】

(A) ~ (C) は、本発明の一実施例による磁気ディスクの製造において、DLC膜をAr/H<sub>2</sub>をベースとするスパッタガス中におけるスパッタリングにより形成する際のアーク発生回数を、様々なスパッタ雰囲気について示す図である。

【図 9】

本発明の一実施例による磁気ディスクの製造において、DLC膜中に含まれるO原子の割合を示す図である。

【図 1 0】

本発明の一実施例による磁気ディスクの製造において、DLC膜中に含まれるO原子の割合を示す別の図である。

【図 1 1】

本発明の一実施例による磁気ディスクの製造において、DLC膜の形成を様々な酸素濃度のスパッタ雰囲気中において行なった場合の磁性膜の磁化特性を示す図である。

【図 1 2】

本発明の一実施例による磁気ディスクの製造において、DLC膜の形成を様々な酸素濃度のスパッタ雰囲気中において行なった場合の磁性膜の磁化特性を示す別の図である。

【図 1 3】

スパッタ雰囲気とスパッタリングにより形成されるDLC膜中の酸素濃度との関係を示す図である。

【符号の説明】

- 1 筐体
- 1 0 磁気ディスク組立体
- 1 1, 1 1<sub>1</sub>, 1 1<sub>2</sub>, 3 1 磁気ディスク
- 1 1 a ハブ
- 1 1 b トラック
- 1 1 A 基板

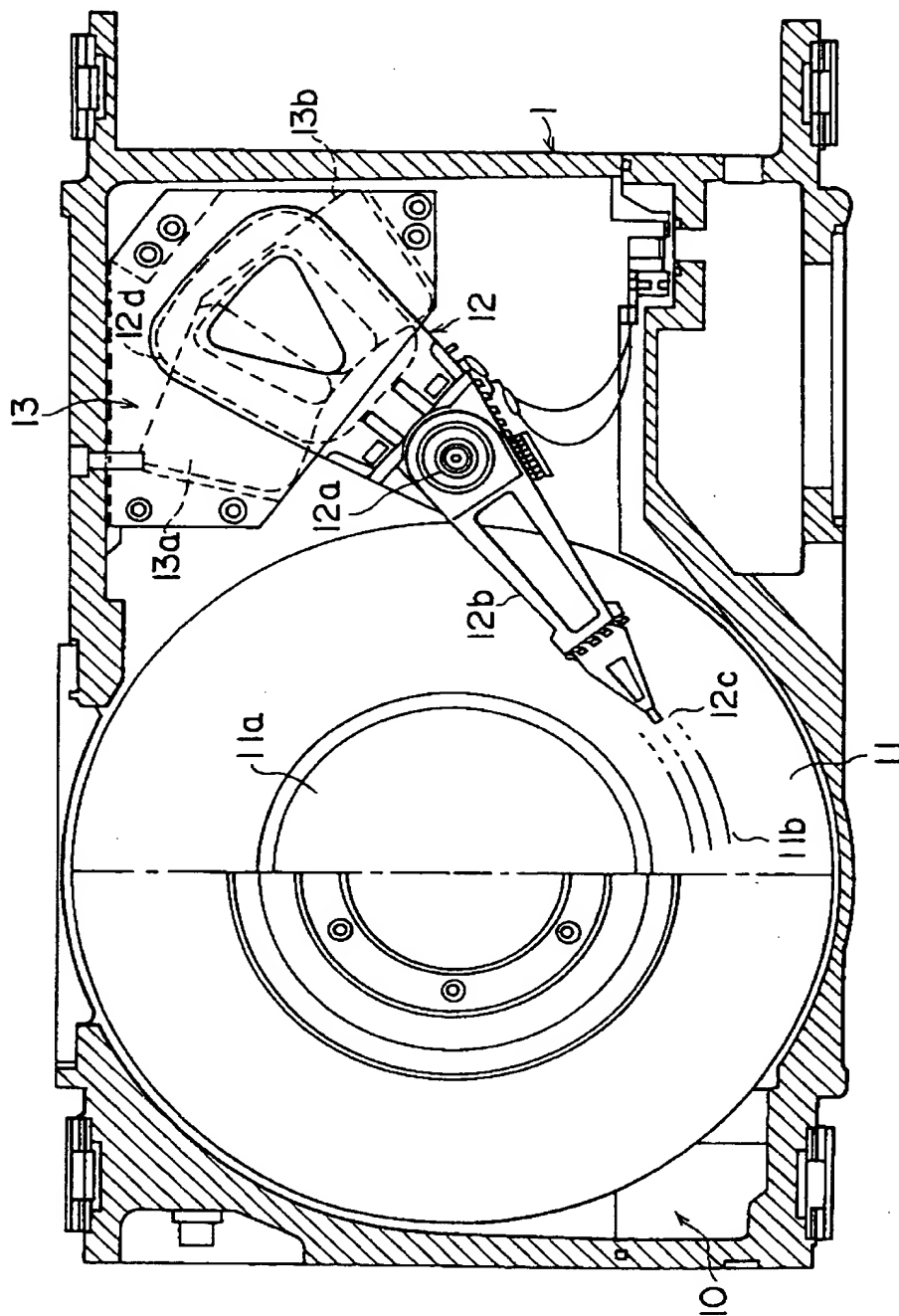
- 1 1 B N i P 下地層
- 1 1 C C r 下地層
- 1 1 D 磁性膜
- 1 1 E, 3 1 E D L C 膜
- 1 1 F 潤滑膜
- 1 2 アーム組立体
- 1 2 a 枢回軸
- 1 2 b アーム
- 1 2 c 磁気ヘッド
- 1 2 d コイル
- 1 2 e 回動部材
- 1 3 ボイスコイルモータ
- 1 3 a, 1 3 b マグネット
- 2 0 D C マグネトロンスパッタ装置
- 2 1 処理室
- 2 1 A 排気ポート
- 2 2 基板
- 2 3 A, 2 3 B ターゲット
- 2 4 A, 2 4 C 質量流量計
- 2 4 B, 2 4 D ライン
- 2 5 A, 2 5 B N 極マグネット
- 2 6 A, 2 6 B S 極マグネット
- 2 7 A, 2 7 B 直流電源
- 2 8 A, 2 8 B プラズマ



【書類名】 図面

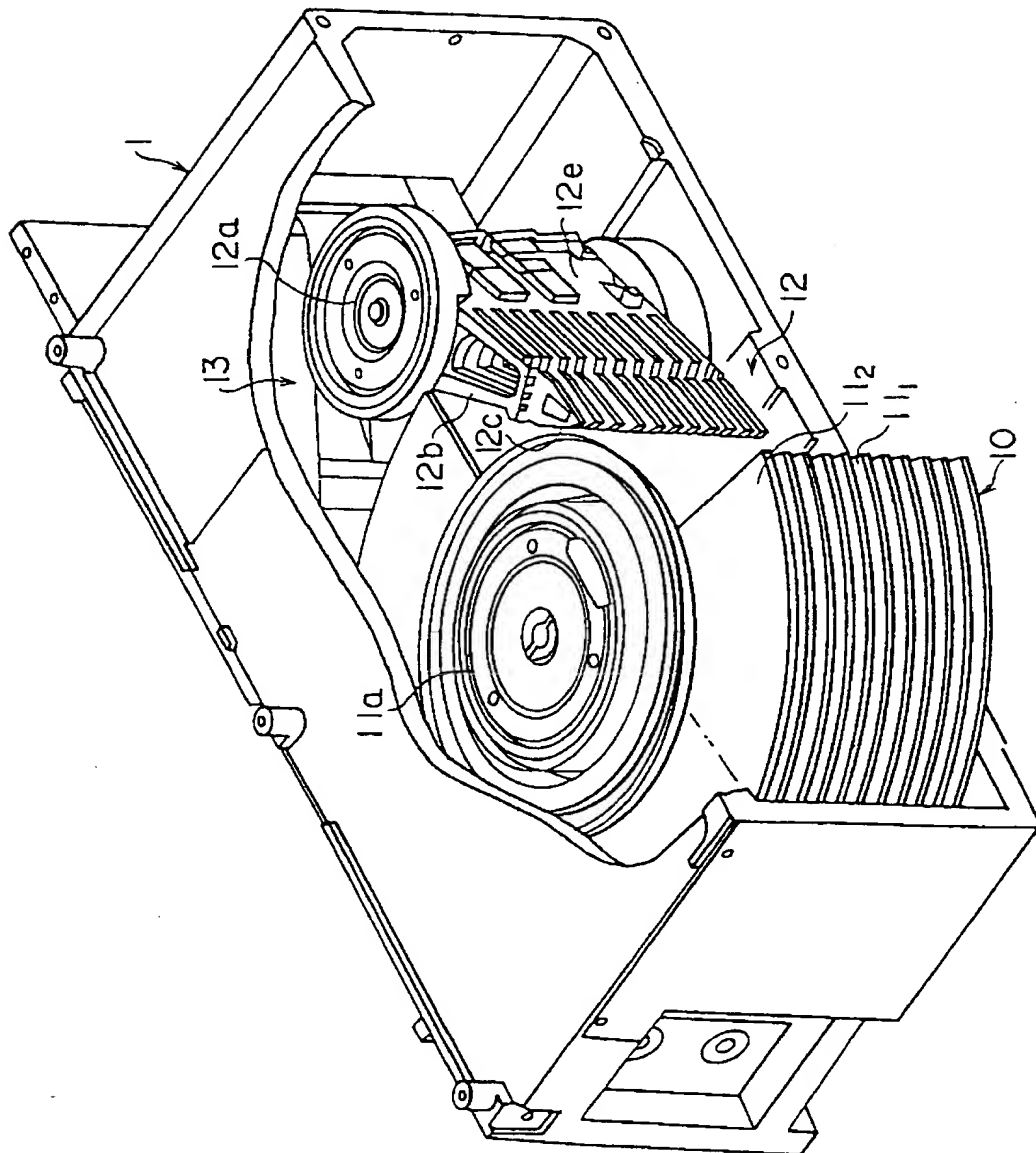
【図 1】

従来の磁気ディスク装置の構成を示す図



【図 2】

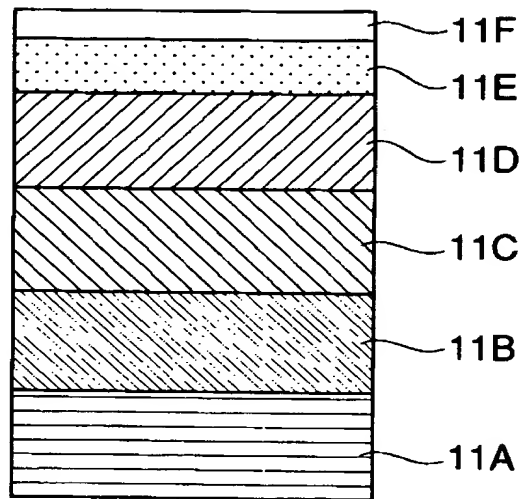
従来の磁気ディスク装置の構成を示す別の図



【図 3】

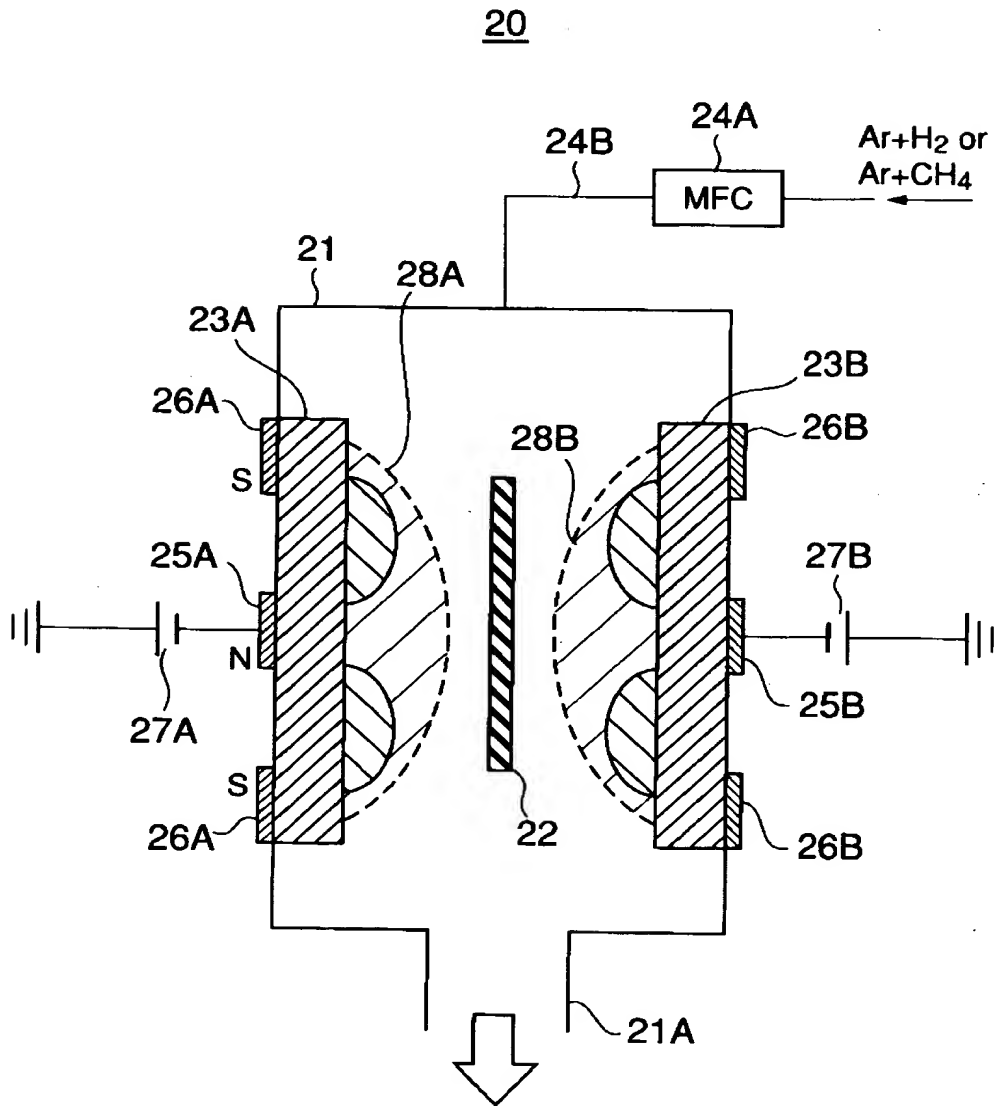
従来の磁気ディスク装置で使われている磁気ディスクの  
断面構造を示す図

11



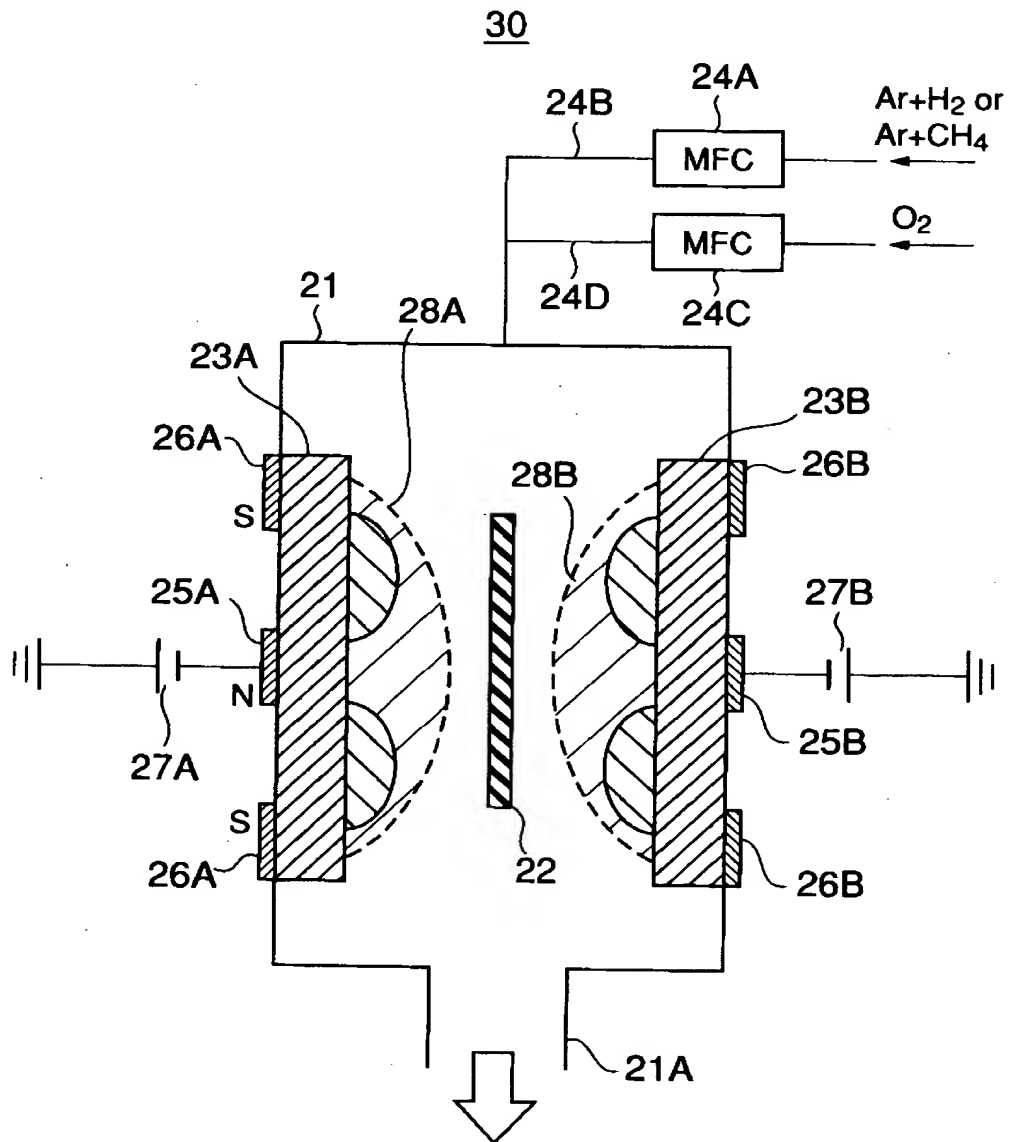
【図 4】

従来の磁気ディスクの製造に使われている  
DCマグネトロンスパッタ装置の構成を示す図



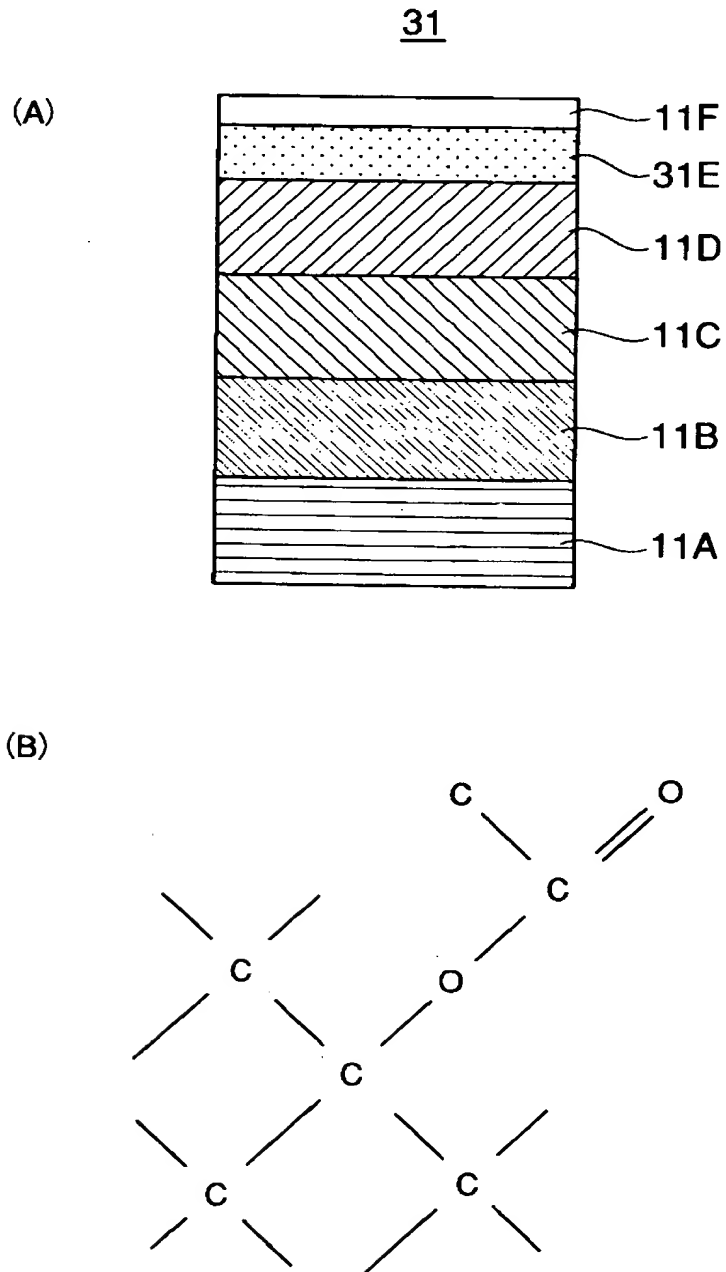
【図 5】

本発明の一実施例による磁気ディスクの製造において使われる  
DCマグネトロンスッパ装置の構成を示す図



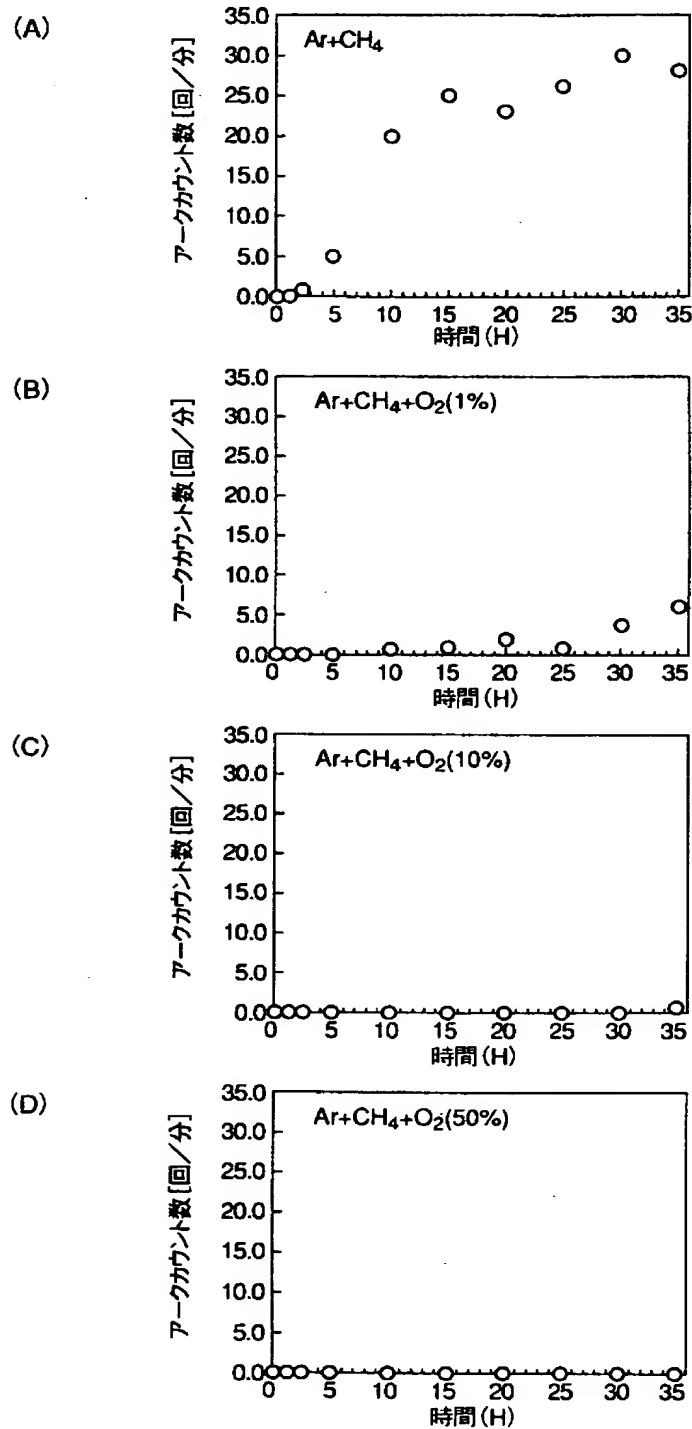
【図 6】

(A)、(B)は、それぞれ本発明の一実施例により製造された磁気ディスクの断面図、および前記磁気ディスク中のDLC膜の構造式を示す図



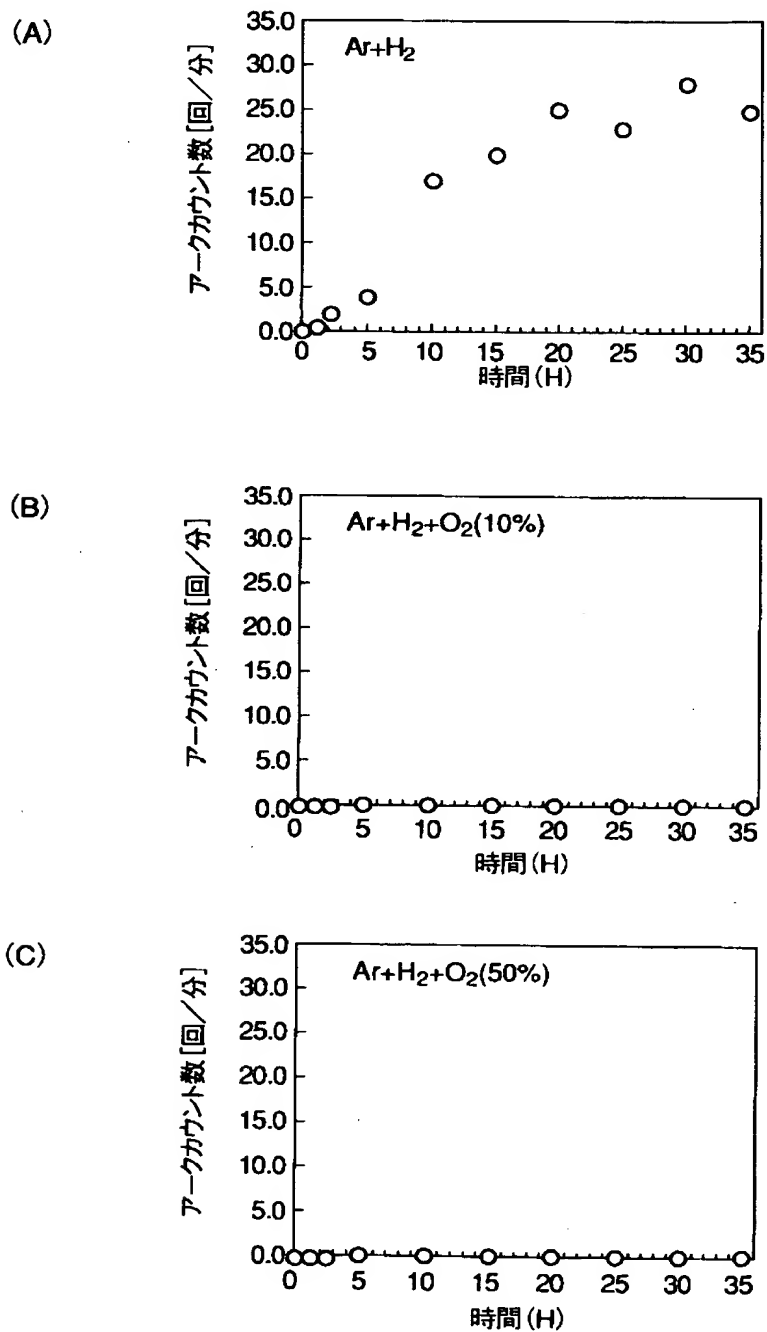
【図 7】

(A)～(D)は、本発明の一実施例による磁気ディスクの製造において、DLC膜をAr/CH<sub>4</sub>をベースとするスパッタガス中におけるスパタリングにより形成する際のアーク発生回数を、様々なスパッタ雰囲気について示す図



【図 8】

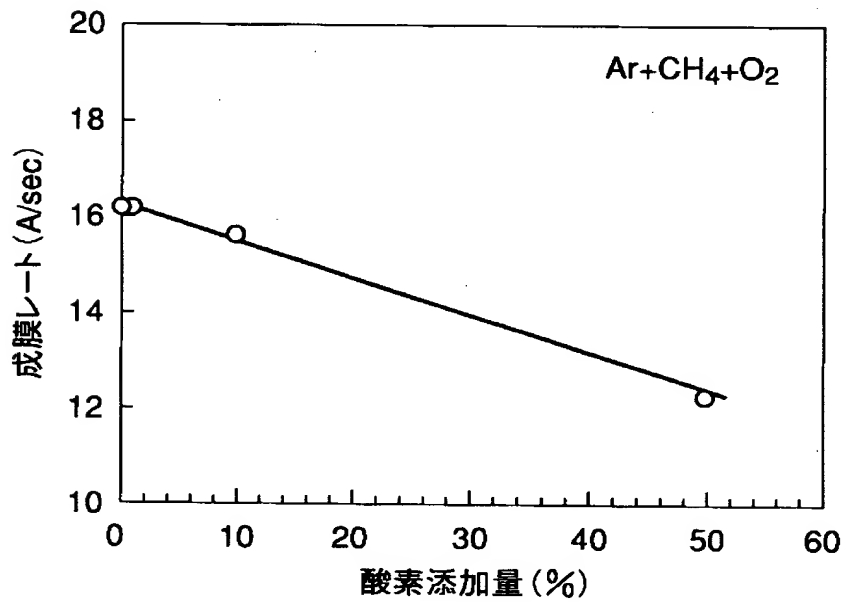
(A)～(C)は、本発明の一実施例による磁気ディスクの製造において、DLC膜をAr/H<sub>2</sub>をベースとするスパッタガス中におけるスパタリングにより形成する際のアーク発生回数を、様々なスパッタ雰囲気について示す図





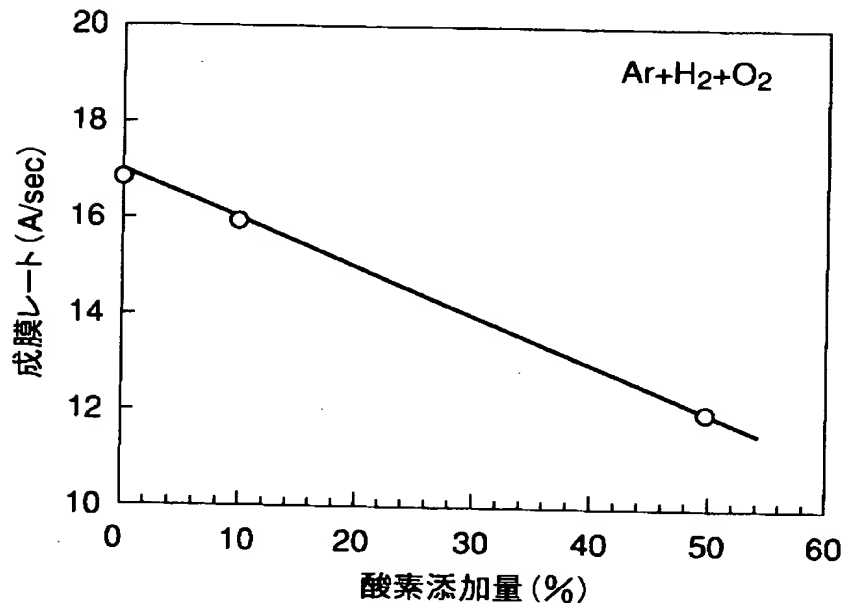
【図 9】

本発明の一実施例による磁気ディスクの製造において、  
DLC膜中に含まれるO原子の割合を示す図



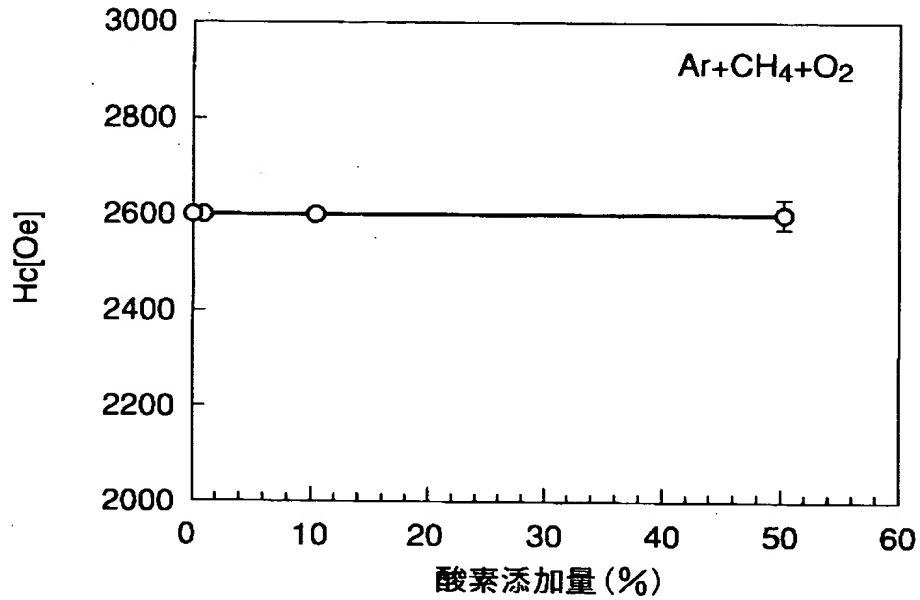
【図 1 0】

本発明の一実施例による磁気ディスクの製造において、  
DLC膜中に含まれるO原子の割合を示す別の図



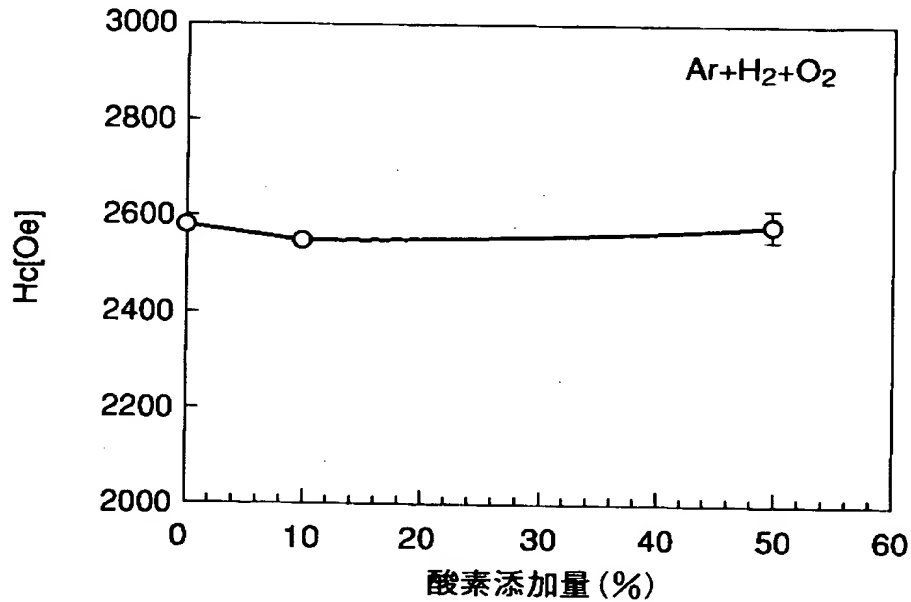
【図 1 1】

本発明の一実施例による磁気ディスクの製造において、DLC膜の形成を様々な酸素濃度のスパッタ雰囲気中において行った場合の磁性膜の磁化特性を示す図



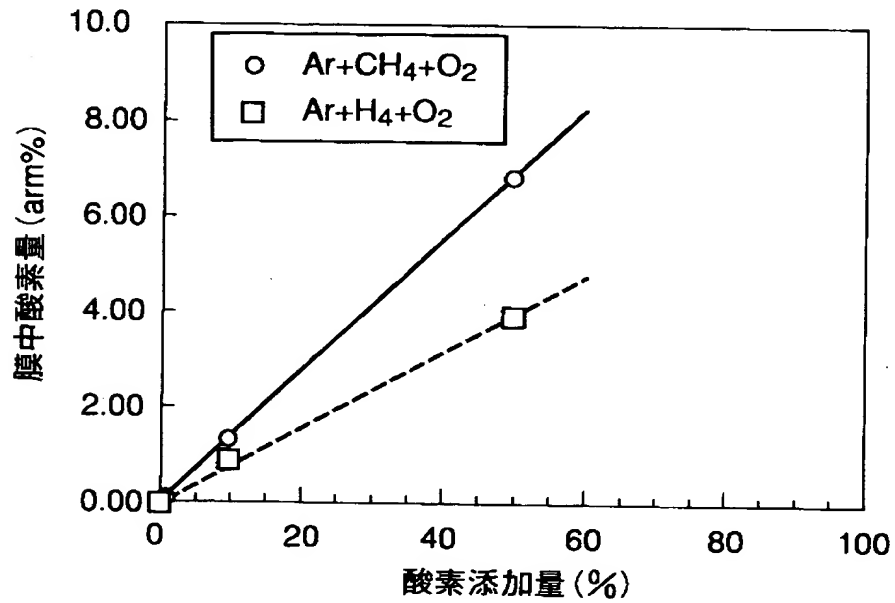
【図 1 2】

本発明の一実施例による磁気ディスクの製造において、DLC膜の形成を様々な酸素濃度のスパッタ雰囲気中において行った場合の磁性膜の磁化特性を示す別の図



【図 1 3】

スパッタ雰囲気とスパッタリングにより形成されるDLC膜中の酸素濃度との関係を示す図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 D L C 膜で磁性層を保護した磁気ディスクの製造において、D L C 膜の形成を安定して、高い歩留まりで実行する。

【解決手段】 D L C 膜をプラズマ工程により形成する際に、プラズマガスに酸素を加える。

【選択図】 図 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 2 2 3 ]

1. 変更年月日 1 9 9 6 年 3 月 2 6 日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号  
氏 名 富士通株式会社